

Speech privacy와 Annoyance를 고려한 고속열차 음환경 주관평가

Acoustic comfort in high-speed trains based on evaluation of speech privacy and annoyance

정호준** · 오성민** · 홍주영* · 전진용†

Ho Jun Jeong, Seong Min Oh, Joo Young Hong and Jin Yong Jeon

1. 서 론

고속열차 개발 기술이 향상됨에 따라 열차 내 승객들의 편의를 도모하고자 객차 내 환경 여건을 개선해야할 필요성이 강조되고 있으며, 특히 실내 음환경은 열차 전반의 쾌적함을 평가하는데 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다. 객실 내 소음원은 크게 객차 배경소음과 승객들이 내는 소리로 구분할 수 있다. 쾌적한 객차 내 음환경을 설계하기 위해서는 소음에 대한 Annoyance 뿐만 아니라 대화 소리에 대한 Speech privacy를 동시에 고려해야한다. 따라서 본 연구에서는 실내실험을 통해 배경소음레벨과 Speech level에 따른 Speech privacy와 Annoyance 변화를 고찰하여 최적 물리 지표를 제안하고자 한다.

2. 본 론

2.1 청감실험 개요

본 실험의 목적은 Speech privacy와 Annoyance를 고려하여 최적의 Signal-to-Noise Ratio (SNR)과 Speech Transmission Index (STI)를 도출하는데 있다. 청감실험 1에서는 Speech intelligibility를, 청감실험 2에서는 Speech privacy와 Annoyance를 평가했으며 두 실험 모두 동일하게 Background noise (BN)과 SNR을 독립 변인으로 설정하였다.

(2) 청감실험 1 : Speech intelligibility

† 교신저자, 정희원, 한양대학교 건축공학부
E-mail : jyjeon@hanyang.ac.kr
Tel : +82-2-2220-1795, Fax : +82-2-2220-4794
* 한양대학교 건축공학과
** 한양대학교 첨단건축도시환경공학과

실험 음원은 국어정보베이스시스템의 문장 음원 중 여성 스피치 음원을 사용하였다. 배경소음은 고속열차가 100, 200, 300 km/h의 속도로 주행할 때 발생하며 소음레벨은 각각 60, 63, 66 dBA로 설정하였다. SNR는 Table 1과 같이 6에서 -15 dBA까지 3 dBA 간격으로 분류하였다. 각 케이스별로 5문장을 제시하였으며 총 120개 문장을 사용하여 Speech intelligibility를 평가하였다. 평가는 스피치 음원을 헤드폰으로 제시한 후, 피험자가 들은 문장을 따라하게 하여 이 때 제시된 문장과 인지된 문장 간 일치 정도를 음절 단위로 체크하는 식으로 진행하였다. 피험자는 정상 청력을 가진 30명으로 성별은 남녀 각각 21, 9명으로 구성되었으며 평균 연령은 24세였다.

(3) 청감실험 2 : Speech privacy & Annoyance

실험 음원은 팟캐스트의 남녀 인터뷰 음원을 사용하였다. Speech privacy와 Annoyance를 5점 척도로 평가하였으며 배경 소음 및 음원 재생, 피험자는 위 실험과 동일하게 구성하였다.

Table 1 Experimental design for acoustic stimuli

Background noise [dBA]	Signal-to-noise Ratio [dBA]							
	6	3	0	-3	-6	-9	-12	-15
66 (300km/h)	72	69	66	63	60	57	54	51
63 (200km/h)	69	66	63	60	57	54	51	48
60 (100km/h)	66	63	60	57	54	51	48	45

2.2 실험 결과

(1) 청감실험 1 : Speech intelligibility

Speech Intelligent Score (SIS)는 Figure 1 (a)와 같이 STI에 따라 증가하는 모습을 보인다. STI가 0.4

이상이면 음성 명료도가 급격히 증가하며 따라서 0.4 이하일 때 60% 정도의 Speech privacy가 확보됨을 알 수 있다. 반면 Figure 1 (b)는 BN에 따른 SIS 변화를 나타내는데 차이가 거의 발생하지 않았다.

(2) 청감실험 2 : Speech privacy & Annoyance

실험 2에서는 Speech privacy가 보장(4) 또는 매우 보장(5)을 선택한 비율을 % Highly Privacy (%HP), 소음이 성가심(4) 또는 매우 성가심(5)을 선택한 비율을 % Highly Annoyed (%HA)로 정의하였다. %HP는 Figure 2 (a)와 같이 -6 dBA 이상에서 급격히 감소하였다. 테스트 수행 여부에 따른 차이는 거의 존재하지 않았다. %HA 역시 비슷한 경향을 보이지만 Figure 2 (b)와 같이 테스트를 수행하지 않았을 때 Annoyance가 더 크게 나타났다.

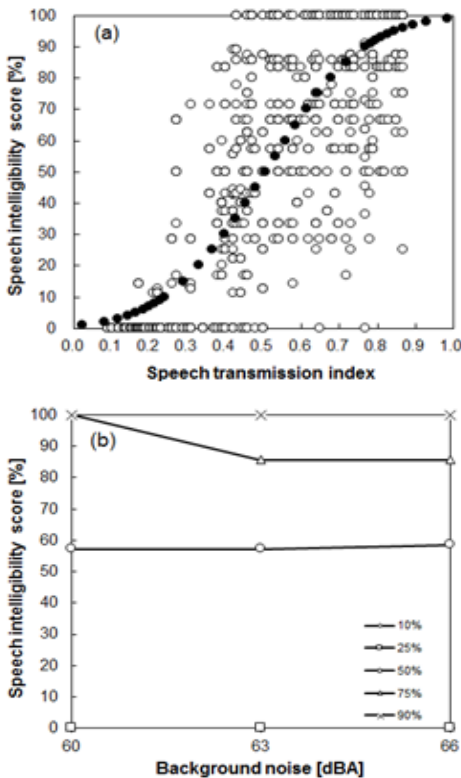


Figure 1 (a) Variation of SIS as a function of STI and (b) Variation of SIS as a function of BN

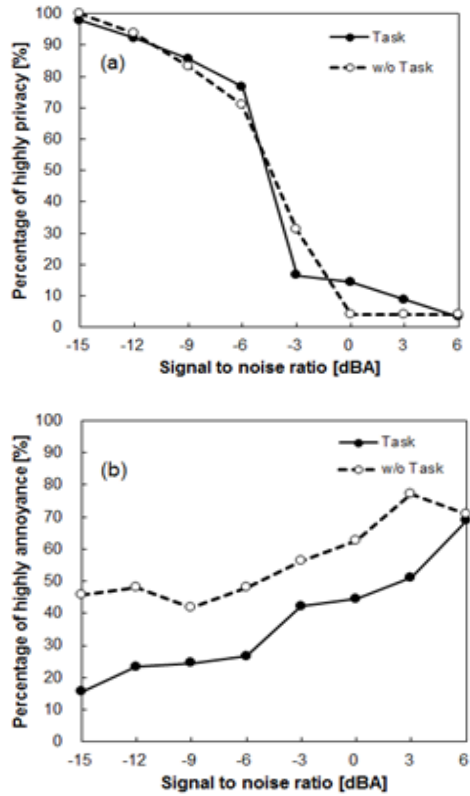


Figure 2 (a) Variation of %HP as a function of SNR and (b) Variation of %HA as a function of SNR

3. 결 론

본 연구에서는 객차 내 최적 음환경을 제안하고자 청감실험을 통해 Speech privacy와 Annoyance를 고려한 주관평가를 실시하였다. 실험 결과 STI가 0.4 이상일 때 음성명료도가 크게 증가하였고, 배경소음레벨에 따른 유의한 변화는 나타나지 않았다. 또한 SNR이 -6 dBA 이상일 때 %HP가 급격히 감소하였다. 따라서 Speech privacy와 Annoyance를 고려한 객차 내 최적 음환경 설계 시 STI는 0.4 이하 그리고 배경소음레벨은 60-63 dBA로 설계하는 것이 바람직할 것으로 사료된다

후 기

본 연구는 국토해양부 미래철도기술개발사업의 연구비지원(13PRTD-C061727-02)에 의해 수행되었습니다.